

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5561624号
(P5561624)

(45) 発行日 平成26年7月30日(2014.7.30)

(24) 登録日 平成26年6月20日(2014.6.20)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 B 19/00 (2006.01)	A 6 1 B 19/00 5 0 2
B 2 5 J 17/02 (2006.01)	B 2 5 J 17/02 A

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2011-508393 (P2011-508393)	(73) 特許権者	304021277
(86) (22) 出願日	平成22年4月9日(2010.4.9)		国立大学法人 名古屋工業大学
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/056420		愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番
(87) 国際公開番号	W02010/117051	(72) 発明者	荒田 純平
(87) 国際公開日	平成22年10月14日(2010.10.14)		愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番
審査請求日	平成25年3月28日(2013.3.28)		国立大学法人名古屋工業大学内
(31) 優先権主張番号	特願2009-95583 (P2009-95583)	(72) 発明者	藤本 英雄
(32) 優先日	平成21年4月10日(2009.4.10)		愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		国立大学法人名古屋工業大学内
		審査官	熊谷 健治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マニピュレータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

リンクと所定方向への屈曲変形が可能な弾性体とを受動関節で連結した弾性体 - リンク機構を二対有し、該二対の弾性体 - リンク機構を駆動手段で駆動することにより、前記二対の弾性体 - リンク機構に連結された終端部を屈曲動作させる構成としたマニピュレータであって、前記弾性体は、前記所定方向への前記屈曲変形以外の変形を抑制する構造を有していることを特徴とするマニピュレータ。

【請求項2】

前記弾性体 - リンク機構をマニピュレータ外周上へ等分に90度位相で配置することにより、内部に空間を有する構成としたことを特徴とする請求項1に記載のマニピュレータ。

【請求項3】

前記弾性体 - リンク機構における弾性体の形状により変形方向を制御し、リンクの動作でマニピュレータの位置決めを行う構成としたことを特徴とする請求項1または2に記載のマニピュレータ。

【請求項4】

少なくとも一対の弾性体 - リンク機構により、屈曲時にばねの内力と駆動力の拮抗により機構内部の応力を高める構成としたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1つに記載のマニピュレータ。

【請求項5】

10

20

所定方向への屈曲変形が可能な弾性体と、前記弾性体よりも屈曲剛性の高いリンクとが直列に連結されて構成された一対の弾性体 - リンク機構と、
 前記一対の弾性体 - リンク機構に連結された終端部と、
 前記一対の弾性体 - リンク機構を独立して駆動する駆動手段とを備え、
前記弾性体は、前記所定方向への前記屈曲変形以外の変形を抑制する構造を有しており

前記一対の弾性体 - リンク機構は、各々の前記弾性体が互いに同一側に位置し且つ各々の前記弾性体の屈曲変形方向が互いに向かい合うように、空隙を介して互いに並列に配置され、

前記終端部は、前記一対の弾性体 - リンク機構の各々の前記弾性体のうち前記リンクと反対側の部位に連結され、

前記駆動手段は、前記一対の弾性体 - リンク機構の各々の前記リンクを、前記弾性体との直列連結方向に押し引き駆動することを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 6】

前記弾性体 - リンク機構を二対備え、

一方の対の前記弾性体 - リンク機構および他方の対の前記弾性体 - リンク機構は、前記弾性体同士が同一側に位置し且つ前記弾性体の屈曲変形方向が直交するように互いに並列に配置され、

前記二対の弾性体 - リンク機構における前記弾性体と前記リンクとの連結および前記弾性体と前記終端部との連結は受動関節を用いて行われ、

前記受動関節は、連結させている前記弾性体が、隣り合う前記弾性体の屈曲変形に追従して揺動変位することを許容することを特徴とする請求項 5 に記載のマニピュレータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マニピュレータに関し、例えば手術用マニピュレータに用いて好適なるものである。

【背景技術】

【0002】

近年、外科手術において、患者への負担を軽減するための低侵襲手術が注目されており、ロボット技術の応用が研究されている。人体に挿入して用いられる低侵襲を目的とする手術用マニピュレータでは、小型、高い自由度が求められる。加えて、高度医療画像技術との連係動作のため、高い位置制御性が求められる。

【0003】

従来のマニピュレータとしては、ワイヤー機構を用いたものが知られている（特許文献 1、2 参照）。すなわち、駆動装置からの動力伝達手段として、マニピュレータ内部を通るワイヤーが採用されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特表 2006 - 508765 号公報

【特許文献 2】米国特許第 5797900 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記従来技術のようなワイヤー駆動には次のような問題がある。第一に、ワイヤーは「伸び」「切れ」等のおそれがあるため、頻繁に交換しなければならず、ひいてはランニングコスト及びメンテナンス負荷の増大を招いている。第二に、ワイヤーは伸縮するため、関節や把持部の制御精度に限界がある。第三に、マニピュレータ内部を通るワイヤーのため、マニピュレータ内部に処置具や装置を内蔵することは困難である。

10

20

30

40

50

【0006】

本発明は上記点に鑑みて、ワイヤー機構を用いずに、弾性体 - リンク機構を用いてマニピュレータを構成することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明は、リンクと所定方向への屈曲変形が可能な弾性体とを受動関節で連結した弾性体 - リンク機構を二対有し、該二対の弾性体 - リンク機構を駆動手段で駆動することにより、前記二対の弾性体 - リンク機構に連結された終端部を屈曲動作させる構成としたマニピュレータであって、前記弾性体は、前記所定方向への前記屈曲変形以外の変形を抑制する構造を有していることを第1の特徴とする。

10

【0008】

これによると、二対の弾性体 - リンク機構を駆動することで終端部の屈曲動作が可能である。このため、ワイヤー機構を用いずに、弾性体 - リンク機構を用いてマニピュレータを構成することができる。

【0009】

また、本発明は、所定方向への屈曲変形が可能な弾性体と、弾性体よりも屈曲剛性の高いリンクとが直列に連結されて構成された一对の弾性体 - リンク機構と、

一对の弾性体 - リンク機構に連結された終端部と、

一对の弾性体 - リンク機構を独立して駆動する駆動手段とを備え、

前記弾性体は、前記所定方向への前記屈曲変形以外の変形を抑制する構造を有しており

20

一对の弾性体 - リンク機構は、各々の弾性体が互いに同一側に位置し且つ各々の弾性体の屈曲変形方向が互に向かい合うように、空隙を介して互いに並列に配置され、

終端部は、一对の弾性体 - リンク機構の各々の弾性体のうちリンクと反対側の部位に連結され、

駆動手段は、一对の弾性体 - リンク機構の各々のリンクを、弾性体との直列連結方向に押し引き駆動することを第2の特徴とする。

【0010】

これによると、一对の弾性体 - リンク機構の各々のリンクを独立して押し引き駆動することで、各々の弾性体が同方向に屈曲する。このため、ワイヤー機構を用いずに、弾性体 - リンク機構を用いてマニピュレータを構成することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態に係る手術用マニピュレータを示す図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る手術用マニピュレータのばね - リンク機構におけるばね変形容態を示したモデル図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る手術用マニピュレータの4つのばね - リンク機構を先端方向へ繰り出したときの斜視図である。

【図4】本発明の一実施形態に係る手術用マニピュレータのモデル図である。

【図5】本発明の一実施形態に係る手術用マニピュレータの屈曲時のモデル図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0012】

(第1実施形態)

以下、図面を参照して、本発明の実施形態を具体的に説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る手術用マニピュレータを示している。図2と図3と図4と図5を参照して、手術用マニピュレータの構成について詳しく説明する。なお、図2はばね - リンク機構におけるばね変形容態を示したモデル図、図3は手術用マニピュレータの4つのばね - リンク機構を先端方向へ繰り出したときの斜視図、図4は手術用マニピュレータのモデル図、図5は屈曲動作を行った場合の手術用マニピュレータのモデルを示す図である。

【0013】

50

手術用マニピュレータ 1 は、終端部 9 がマニピュレータの外筒管 4 に対して、2 自由度の屈曲動作が可能であり、それぞれの屈曲の中心点（仮想点）の移動が可能となっている。この手術用マニピュレータ 1 は、円筒状の外筒管 4 と、外筒管 4 の周方向に 90 度ずれて配置された二対（すなわち 4 つ）のばね - リンク機構 5、6、7（弾性体 - リンク機構）と、各ばね - リンク機構 5、6、7 を独立して駆動する駆動手段 3 と、受動関節 8 によりばね - リンク機構 5、6、7 と連結された円筒状の終端部 9 とから構成されている。終端部 9 には処置具が実装可能となっている。

【0014】

ばね - リンク機構 5、6、7 は、図 2 に示すように、所定方向（図 2 では上下方向）への屈曲変形が可能な弾性体であるばね 7 と、ばね 7 よりも屈曲剛性の高いリンク 5 とが受動関節 6 で直列に連結された構成となっている。ばね 7 は、図 2 に示すように、溝付きの板ばね形状となっており、このような形状とすることで、変形の単一方向性が増加し、またねじれが抑制され、より高い位置決め精度で手術用マニピュレータ 1 を動作させることが可能である。つまり、ばね 7 の形状により変形方向を制御し、リンク 5 の動作で手術用マニピュレータ 1 の位置決めが可能である。

10

【0015】

なお、リンク 5 は、図 3 等に示すように、4 つのリンク 5 a、5 b、5 c、5 d からなり、同様に、ばね 7 も、4 つのばね 7 a、7 b、7 c、7 d からなり、受動関節 6 も、4 つの受動関節 6 a、6 b、6 c、6 d からなる。また、終端部受動関節 8 も、4 つの終端部受動関節 8 a、8 b、8 c、8 d からなる。

20

【0016】

手術用マニピュレータ 1 は、ばね - リンク機構 5、6、7 をマニピュレータ本体の外周部へ配置することが可能であり、内部に装置を内蔵するための空間を確保することが可能である。

【0017】

手術用マニピュレータ 1 を駆動するための駆動手段 3 は、すべてマニピュレータ終端部 9、外筒管 4 より遠隔に配置可能であり、手術時でも体外からの駆動動力の供給が可能である。

【0018】

手術用マニピュレータ 1 の構成をさらに具体的に説明する。ばね 7 は平面形状が矩形状の薄い板ばねである。ばね 7 の材料としては、焼き入れ鋼が好ましい。ばね 7 の溝は、ばね 7 の長手方向と直交する方向に延びて形成されている。このように、ばね 7 は、所定方向（図 2 では上下方向）への屈曲変形以外の変形（伸縮、ねじれ等）を抑制する構造を有している。

30

【0019】

リンク 5 は平面形状が矩形状で所定の厚みを有する棒部材である。ばね 7 およびリンク 5 は、その長手方向一端部同士が受動関節 6 によって連結されている。

【0020】

各一对のばね - リンク機構 5、6、7 は、ばね 7 同士が同一側に位置し且つばね 7 の屈曲変形方向（図 2 では上下方向）が互いに向かい合うように空隙を介して互いに並列に配置されている。ばね - リンク機構 5、6、7 の各々のばね 7 のうちリンク 5 と反対側の端部は、終端部受動関節 8 によって終端部 9 に連結されている。

40

【0021】

一方の対のばね - リンク機構および他方の対のばね - リンク機構は、ばね 7 同士が同一側（図 4、図 5 では左方側）に位置し且つばね 7 の屈曲変形方向が直交するように互いに並列に配置されている。図 4、図 5 の例では、一方の対のばね - リンク機構のばね 7 a、7 b の屈曲変形方向が上下方向になり、他方の対のばね - リンク機構のばね 7 c、7 d の屈曲変形方向が紙面垂直方向（上下方向と直交する方向）になっている。

【0022】

二対のばね - リンク機構 5、6、7 の長手方向中間部は外筒管 4 の内部に挿入されてい

50

る。受動関節 6 および終端部受動関節 8 は、ばね 7 の板面に直交する方向（ばね 7 同士が向かい合う方向）まわりの回転の 1 自由度を許容する。

【 0 0 2 3 】

外筒管 4 のうち終端部 9 側の端部には、外筒管 4 の軸方向に延びる切り欠き形状が、ばね - リンク機構 5、6、7 同士の間位置するように形成されている。同様に、終端部 9 のうち外筒管 4 側の端部には、終端部 9 の軸方向に延びる 4 つの切り欠き形状が、ばね - リンク機構 5、6、7 同士の間位置するように形成されている。

【 0 0 2 4 】

次に、手術用マニピュレータ 1 の駆動手段を制御するコントロール部 2 について説明する。手術用マニピュレータ 1 の屈曲角度を変化させるには、外筒管 4 の長手方向における 4 つのリンク 5 a、5 b、5 c、5 d の位置をそれぞれ制御する。これらのリンク 5 a、5 b、5 c、5 d は駆動手段 3 に連結されており、駆動手段 3 はコントロール部 2 からの指令に基づき動作する。

10

【 0 0 2 5 】

次に、上記した構成の作動について説明する。手術用マニピュレータ 1 は、終端部 9 が外筒管 4 に対して、2 自由度の屈曲動作が可能であり、またそれぞれの対となるばね - リンク機構 5、6、7 におけるリンク繰り出し量の比率を変更することで、図 5 に示す屈曲の中心点 1 0（仮想点）の移動が可能である。

【 0 0 2 6 】

目標屈曲角度に対して、制御コンピュータ 2 a で手術用マニピュレータ 1 の機構学演算により、リンク 5 a、5 b、5 c、5 d それぞれの目標値を求め、モータドライバ 2 b から制御信号を送信し、駆動手段 3 において、DC モータ 3 a によりボールねじ 3 b を駆動することで、手術用マニピュレータ 1 を動作させる。

20

【 0 0 2 7 】

DC モータ 3 a およびボールねじ 3 b は、4 つのリンク 5 a、5 b、5 c、5 d に対応して 4 つずつ設けられている。4 組の DC モータ 3 a およびボールねじ 3 b により、リンク 5 a、5 b、5 c、5 d はそれぞれ、その長手方向（ばね 7 a、7 b、7 c、7 d との直列連結方向）に押し引き駆動される。

【 0 0 2 8 】

このことから手術用マニピュレータ 1 の先端を図 4 に示す状態から 2 自由度で屈曲動作させることができる。例えば、互いに対向するリンク 5 a、5 b を異なる方向へ動作させることで、図 5 に示すように、互いに対向するばね 7 a、7 b が同方向に屈曲し、手術用マニピュレータ 1 の先端（終端部 9）が、両リンク 5 a、5 b が存在する面上（リンク 5 a とリンク 5 b とを結ぶ方向に延びる面上）での屈曲動作を行う。両リンク 5 a、5 b の移動量の比率を制御することにより、屈曲の中心点 1 0 の位置を変更することが可能である。

30

【 0 0 2 9 】

同様に、両リンク 5 a、5 b から外筒管 4 の周方向における位置を 90 度ずらして配置されたリンク 5 c、5 d を動作させることにより、手術用マニピュレータ 1 の先端が、両リンク 5 c、5 d が存在する面上（リンク 5 c とリンク 5 d とを結ぶ方向に延びる面上）での屈曲動作を行う。

40

【 0 0 3 0 】

2 自由度の屈曲動作において、外筒管 4 の周方向における位置を 90 度ずらして配置された二対のばね - リンク機構 5、6、7 の動作には依存関係が存在し、一方の対のばね - リンク機構で生ずるその面上の移動量は、他方の対のばね - リンク機構の受動関節 6、終端部受動関節 8 の動作で相殺される。

【 0 0 3 1 】

すなわち、図 5 に示すように、一方の対のばね - リンク機構のばね 7 a、7 b が屈曲変形した場合には、他方の対のばね - リンク機構のばね 7 c、7 d がばね 7 a、7 b の屈曲変形に追従して受動関節 6 c、6 d および終端部受動関節 8 c、8 d を中心に揺動変位す

50

るので、一方の対のばね - リンク機構の屈曲動作が他方の対のばね - リンク機構に妨げられない。

【 0 0 3 2 】

外筒管 4 の端部および終端部 9 の端部に形成された切り欠き形状は、受動関節 6 および終端部受動関節 8 を中心に揺動変位したばね 7 c、7 d が外筒管 4 および終端部 9 に干渉しないようするための逃がし部として機能する。

【 0 0 3 3 】

上記した構成によれば、手術用マニピュレータ 1 の 2 自由度の屈曲動作に関して、任意の角度に制御することができる。また、手術用マニピュレータ 1 では、屈曲時に、ばねの内力と駆動力との拮抗により、内部応力が高まることから、剛性が向上する。

10

【 0 0 3 4 】

以上説明した実施形態によれば、先端（終端部 9）に処置具が実装可能であり、機構の剛性が高く、高精度の位置決めが可能な先端に動作自由度を有する手術用マニピュレータを提供することができる。この手術用マニピュレータを用いることにより、小型、多自由度、高精度、滅菌・消毒が容易であり、内部に処置具を実装する空間を有するなどの特徴を有する手術ロボットが可能となる。

【 0 0 3 5 】

すなわち、本実施形態では、ばねとリンクとが直列に連結されて構成されたばね - リンク機構が互いに並列に配置されている。このため、従来のワイヤー機構を用いたマニピュレータと同様に小型化できる。

20

【 0 0 3 6 】

また、従来のワイヤー機構の代わりにばね - リンク機構が用いられているので、従来のワイヤー機構を用いたマニピュレータと比較して耐久性および位置決め精度を高めることができる。

【 0 0 3 7 】

また、ばね - リンク機構が空隙を介して互いに並列に配置されているので、内部に装置等を実装するための空間を有することができる。

【 0 0 3 8 】

さらに、本実施形態では、一方の対のばね - リンク機構および他方の対のばね - リンク機構が、ばねの屈曲変形方向が直交するように互いに並列に配置され、二対のばね - リンク機構におけるばねとリンクとの連結およびばねと終端部との連結は受動関節を用いて行われ、受動関節は、連結させているばねが、隣り合うばねの屈曲変形に追従して揺動変位することを許容する。

30

【 0 0 3 9 】

このため、一方の対のばね - リンク機構による 1 自由度の屈曲動作と他方の対のばね - リンク機構による 1 自由度の屈曲動作とが 90 度ずれて組み合わせられるとともに、隣り合うばね同士、すなわち屈曲変形方向が 90 度異なるばね同士が屈曲変形を妨げ合うことを回避できるので、二対のばね - リンク機構の屈曲動作を組み合わせると 2 自由度の屈曲動作を行うことができる。

【 0 0 4 0 】

また、本実施形態では、ばねが、所定方向への屈曲変形以外の変形を抑制する構造を有しているので、ばね - リンク機構による屈曲動作の単一方向性を増加させることができ、ばねのねじれ等が抑制されるので、位置決め精度を一層高めることができる。

40

【 0 0 4 1 】

（他の実施形態）

なお、本発明は上記した実施形態に制限されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更して適用することができる。例えば、ばね 7 としては、変形方向を制御するために溝付きの板ばね形状とするものを示したが、必ずしもそのような形状にならなくてもよく、溝なしの板ばね形状としてもよい。また、ばね 7 は矩形状以外の形状（台形状等）になっていてもよい。

50

【 0 0 4 2 】

また、上記した実施形態では、二対のばね - リンク機構 5、6、7 を備えることで 2 自由度のマニピュレータを構成しているが、ばね - リンク機構 5、6、7 を一対のみ備えることで 1 自由度のマニピュレータを構成してもよい。

【 0 0 4 3 】

また、本発明に係るマニピュレータとしては、手術用のものに限らず、手術用以外の用途に用いるものであってもよく、例えば工業用内視鏡に適用可能である。

【 符号の説明 】

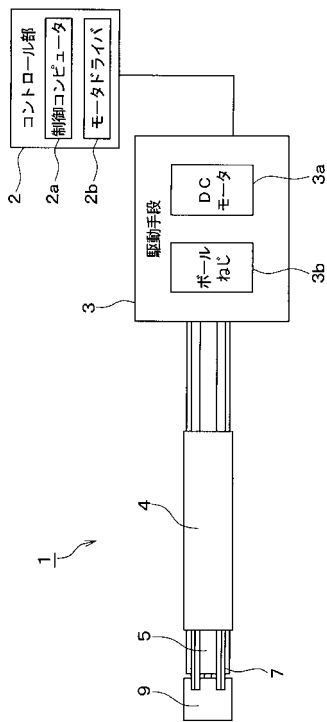
【 0 0 4 4 】

- 1 手術用マニピュレータ
- 2 コントロール部
- 2 a 制御コンピュータ
- 2 b モータドライバ
- 3 駆動手段
- 3 a D C モータ
- 3 b ボールねじ
- 4 外筒管
- 5 リンク
- 6 受動関節
- 7 ばね（弾性体）
- 8 終端部受動関節（受動関節）
- 9 終端部
- 1 0 屈曲の中心点

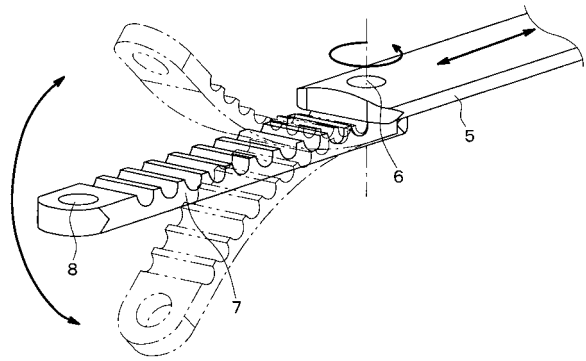
10

20

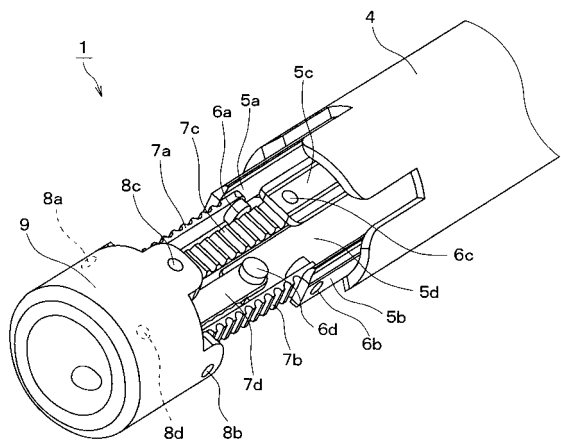
【 図 1 】



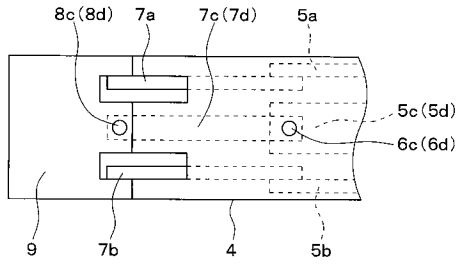
【 図 2 】



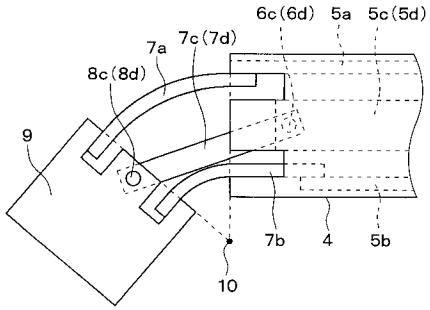
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-237987(JP,A)
特開平08-164141(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 19/00
B25J 17/02